

4-1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-014836

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl.

G01B 11/02

(21)Application number : 06-167431

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 27.06.1994

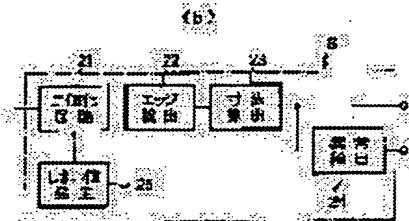
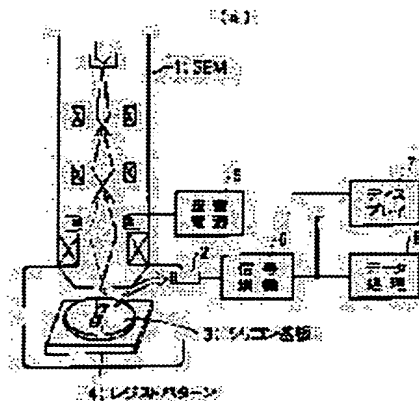
(72)Inventor : NAKATANI HIROSHI

## (54) SIZE MEASUREMENT DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a size measurement device automated to detect the abnormality of the cross sectional form of a micro sample.

CONSTITUTION: This device has a scanning electron microscope(SEM) 1, and a data processing device 8 to measure the cross sectional size of a resist pattern 4 by processing an output signal from the SEM 1. The device 8 has a binarizing circuit 21 for binarizing the output signal from the SEM 1 using a plurality of threshold values, an edge detection circuit 22 for detecting the edges of respective data binarized with each threshold value, a size calculation circuit 23 for calculating a size at each threshold value, on the basis of edge information found with each threshold value, and an error detection circuit 24 for detecting a shape error through judgement about whether a correlation between a plurality of obtained cross sectional sizes and the threshold values is within the scope of the preset criterion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

4-1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-14836

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 B 11/02

識別記号

Z

片内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-167431

(22) 出願日 平成6年(1994)6月27日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 中谷 宏

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

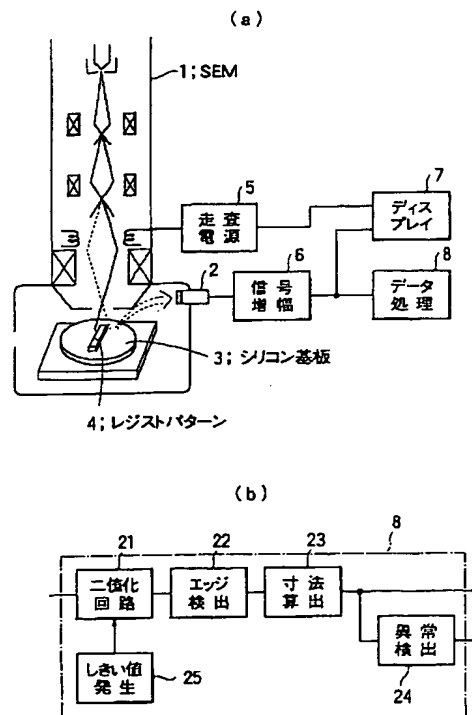
(74) 代理人 弁理士 伊丹 勝

(54) 【発明の名称】 寸法測定装置

(57) 【要約】

【目的】 微小試料について断面形状異常の検出を自動化した寸法測定装置を提供する。

【構成】 SEM 1 と、その出力信号を処理してレジストパターン 4 の断面寸法を測定するデータ処理装置 8 とを有し、データ処理装置 8 は、SEM 1 からの出力信号について複数個のしきい値で二値化する二値化回路 2 1 と、各しきい値で二値化されたデータについてそれぞれエッジ検出を行うエッジ検出回路 2 2 と、各しきい値で求められたエッジ情報に基づいて各しきい値での寸法を算出する寸法算出回路 2 3 と、求められた複数の断面寸法値としきい値の相関関係が予め定められた基準に入っているか否かを判定して形状異常検出を行う異常検出回路 2 4 を備えた。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** ビーム走査により微小試料の表面性状に対応する信号強度分布を持つ出力信号を出す測定機と、この測定機の出力信号を処理して前記微小試料の寸法を測定するデータ処理装置とを有する寸法測定装置において、前記データ処理装置は、前記測定機からの出力信号について複数のしきい値で二値化する二値化手段と、この二値化手段により各しきい値で二値化されたデータについてそれぞれエッジ検出を行うエッジ検出手段と、各しきい値で求められたエッジ情報に基づいて各しきい値での寸法を算出する寸法算出手段と、求められた複数の寸法値としきい値の相関関係が予め定められた基準に入っているか否かを判定して形状異常検出を行う異常検出手段とを有することを特徴とする寸法測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** この発明は、ビーム走査により微小試料の表面性状に対応する信号強度分布を持つ出力信号を出す測定機を用いて微小試料の寸法を測定する寸法測定装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 半導体装置の製造プロセス管理のため、測長機能付きの走査型電子顕微鏡（測長 SEM）を用いたレジストパターン等の寸法測定が行われる。SEMでは、測定すべきレジストパターン等の表面性状（表面の段差、材料の違い）に対応した二次電子または反射電子強度に基づく出力信号が得られる。この出力信号波形から寸法を測定するためには、出力信号波形を演算処理してエッジ検出を行うことが必要である。

**【0003】** 出力信号波形のエッジ検出手法には、図 5（a）に示すように出力信号波形データから最大傾斜位置をエッジとして検出する方法（最大傾斜法）、図 5（b）に示すように、直線近似によりエッジ検出を行う方法（直線近似法）、図 5（c）に示すように所定のしきい値でエッジ検出を行う方法（しきい値法）等がある。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** 従来の寸法測定法では、例えば図 6（a）に示すように裾広がりのレジストパターンや、図 6（b）に示すように頂部に欠けのあるレジストパターン等の断面プロファイル異常を検出することができない。このため現状では、SEM出力信号波形を CRT 等に表示して、目視検査を行うことが避けられない。

**【0005】** この発明は、上記の点に鑑みなされたもので、微小試料について断面形状異常の検出を自動化し、工程管理能力の向上を可能とした寸法測定装置を提供することを目的としている。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** この発明は、ビーム走査により微小試料の表面性状に対応する信号強度分布を持つ出力信号を出す測定機と、この測定機の出力信号を処理して前記微小試料の寸法を測定するデータ処理装置とを有する寸法測定装置において、前記データ処理装置は、前記測定機からの出力信号について複数のしきい値で二値化する二値化手段と、この二値化手段により各しきい値で二値化されたデータについてエッジ検出を行うエッジ検出手段と、各しきい値で求められたエッジ情報に基づいて各しきい値での寸法を算出する寸法算出手段と、求められた複数の寸法値としきい値の相関関係が予め定められた基準に入っているか否かを判定して形状異常検出を行う異常検出手段とを有することを特徴としている。

**【0007】**

**【作用】** この発明によると、複数のしきい値を利用して寸法測定を行って、得られた寸法値としきい値との相関関係から形状異常検出が行われる。断面プロファイルが理想的な形状をしている場合に、測長 SEM による出力信号波形について複数のしきい値で寸法測定を行うと、しきい値と寸法値の間に一定の相関が得られる。この相関関係を基本として、実験的、経験的にある許容範囲を定めた基準（仕様）を予め作ることができるから、実際の寸法測定値としきい値の相関関係をこの基準と比較することにより、自動的に異常検出を行うことができる。

**【0008】**

**【実施例】** 以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。図 1 は、この発明の一実施例に係る SEM を用いた寸法測定装置である。SEM 1 は、ビーム径を 6 nm 程度に絞った電子ビームを垂直及び水平方向に走査して微小試料に照射し、試料から得られた二次電子出力を二次電子検出器 2 で検出するものである。ここでは微小試料が、シリコン基板 3 上に形成されたレジストパターン 4 である場合を示している。

**【0009】** 二次電子検出器 2 からは、レジストパターン 4 の表面性状に対応する信号強度分布を示す出力信号が得られる。この出力信号は、増幅器 6 を介してデータ処理装置 8 に取り込まれる。増幅器 6 の出力信号はまた、SEM 1 の走査電源 5 で作られる走査信号と共に CRT ディスプレイ 7 に送られ、電子ビーム走査に同期して二次電子出力信号強度を表示することで表面性状が画像化される。

**【0010】** データ処理装置 8 は、これを機能ブロックで示せば、図 1（b）に示すように出力信号波形を二値化する二値化回路 21、これにより二値化された波形データのエッジ検出を行うエッジ検出回路 22、検出されたエッジ情報に基づいて寸法値を算出する寸法算出回路 23、及び算出された寸法値に基づいて形状異常の検出を行う異常検出回路 24 を有する。二値化回路 21 に

は、しきい値発生回路 25 から複数のしきい値が与えられて、それぞれのしきい値で波形データの二値化が行われる。

【0011】図 2 は、出力信号波形の二値化処理の様子を示している。図のような断面のレジストパターン A に対して、その断面プロファイルに対応する出力信号波形 B が得られる。この出力信号波形 B について、図に示すように複数のしきい値  $T_1, T_2, \dots, T_n$  で二値化することにより、矩形波の二値化データ  $C_1, C_2, \dots, C_n$  が得られる。これらの二値化データ  $C_1, C_2, \dots, C_n$  のそれぞれについて、エッジ検出と寸法測定が行われる。なお、二値化、エッジ検出及び寸法測定等の具体的な処理には、デジタル画像処理の分野で知られている公知の方法が用いられる。

【0012】寸法算出回路 23 で求められた各しきい値での寸法値  $L_1, L_2, \dots, L_n$  は、異常検出回路 24 に送られて、ここで形状異常の判定がなされる。異常検出は、求められた複数の寸法値  $L_1, L_2, \dots, L_n$  としきい値  $T_1, T_2, \dots, T_n$  の相関関係が予め定められた基準に入っているか否かを判定する事により行われる。具体的に例えば、図 2 に示すレジストパターン A が理想的な垂直形状であるとして、このときの出力信号波形 B から上述のように複数しきい値で寸法測定を行うと、しきい値と寸法値の関係はほぼ直線に乗る。この直線に対して、経験的に求められる許容範囲を設定すると、例えば図 3 の斜線のようにになる。これが工程管理の寸法仕様となる。横軸のしきい値は、出力信号波形の最大値を 1 として、0~1 の範囲で設定されたもので、縦軸の寸法変動値はしきい値 0, 2 での寸法を基準とする相対変動値である。

【0013】理想形状が垂直形状でない場合、基準となる相関関係を、高次の関数で示したり、各しきい値の各々に対して重みづけを行って相関関係を決定する等により、対応は可能である。図 3 には、実際に測定された寸法値としきい値の相関関係を示す 2 例が示されている。○印で示すデータ例は、斜線で示す許容範囲に入っており、正常と判定される。×印で示すデータ例は、許容範囲から大きく外れているため、異常と判定される。以上のようにこの実施例では、複数のしきい値での寸法測定により形状の異常判定を行うから、図 6 で説明したような形状異常が目視によらず判定できる。

【0014】図 4 は、この発明を、半導体製造の工程管理に組み込んだ実施例のシーケンスを示す。ここでは例えば、酸化膜や金属膜のパターン形成工程のシーケンス

を示している。通常の工程に従って、シリコン基板上に酸化膜または金属膜を成膜し (S1)、フォトリソグラフィ工程を経てレジストパターンを形成する (S2)。レジストパターンが形成されたウェハを上述の寸法測定装置にセットして、寸法測定を行い (S3)、同時に測定された寸法が仕様を満たすか否かの判定 (S4)、更に形状仕様を満たすか否かの判定 (S5) を自動的に行う。

【0015】寸法や形状が規格から外れている場合には、そのウェハを抜き取って (S6)、レジストを剥離し、必要な補正を行って再度リソグラフィを行う。仕様を満たした場合には、そのウェハをエッチング工程に回して必要なエッチングを行って (S7)、次工程に送る。この様にして、レジストパターンの形状不良等を確実にチェックできる半導体装置の工程管理が可能になる。

【0016】なおこの発明は上記実施例に限られるものではない。例えば、エッチング工程での寸法形状確認や、電子ビーム像を用いたパターン欠陥検査にも適用可能である。また実施例では電子ビーム走査による寸法測定装置を説明したが、レーザ等の光ビーム走査による変位検出器により微小試料の断面プロファイル測定を行う装置にも同様にこの発明を適用することができる。

#### 【0017】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、複数のしきい値での寸法測定を行って、断面形状異常の検出を自動化して、工程管理能力向上を可能とした寸法測定装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施例に係る寸法測定装置を示す。

【図 2】 同実施例の寸法測定の原理を示す。

【図 3】 同実施例の異常検出の原理を示す。

【図 4】 この発明を半導体ウェハプロセス管理に適用した例を示す。

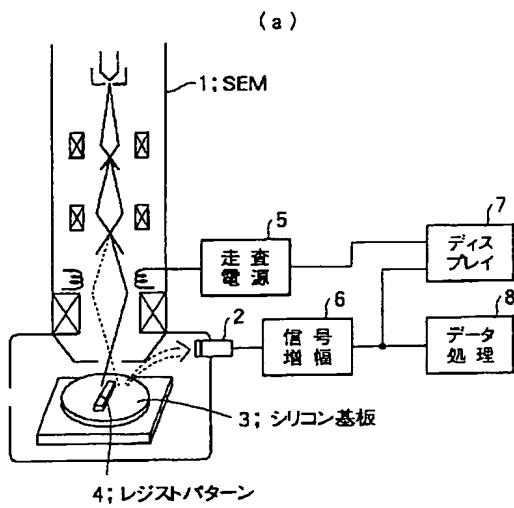
【図 5】 従来の寸法測定の原理を示す。

【図 6】 断面形状異常例を示す。

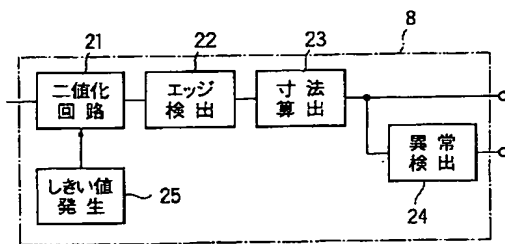
#### 【符号の説明】

1…SEM、2…二次電子検出器、3…シリコン基板、4…レジストパターン、5…走査電源、6…信号増幅器、7…ディスプレイ、8…データ処理装置、21…二値化回路、22…エッジ検出回路、23…寸法算出回路、24…異常検出回路、25…しきい値発生回路。

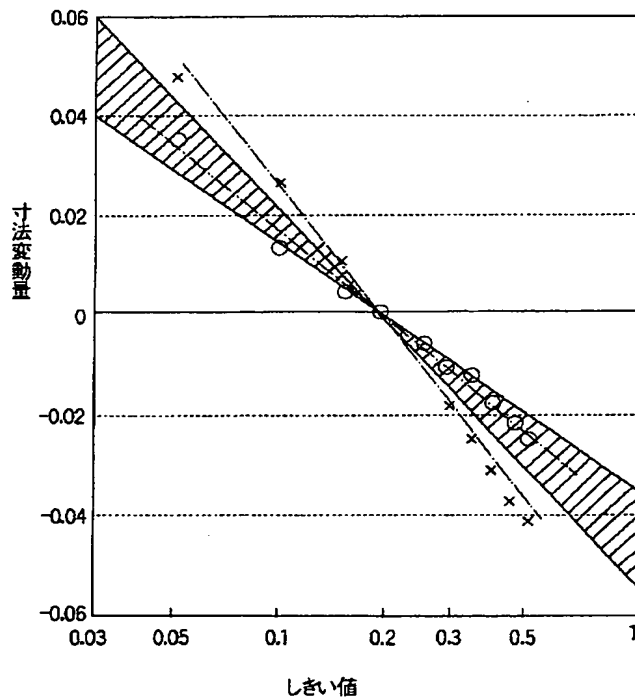
【図1】



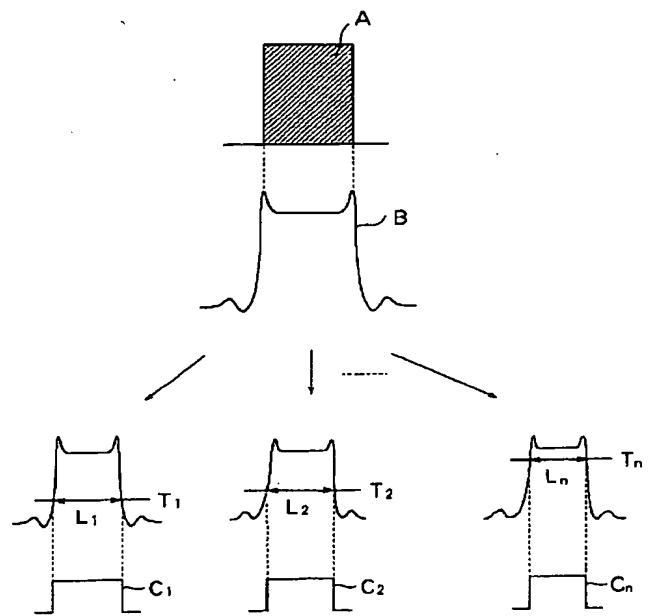
(b)



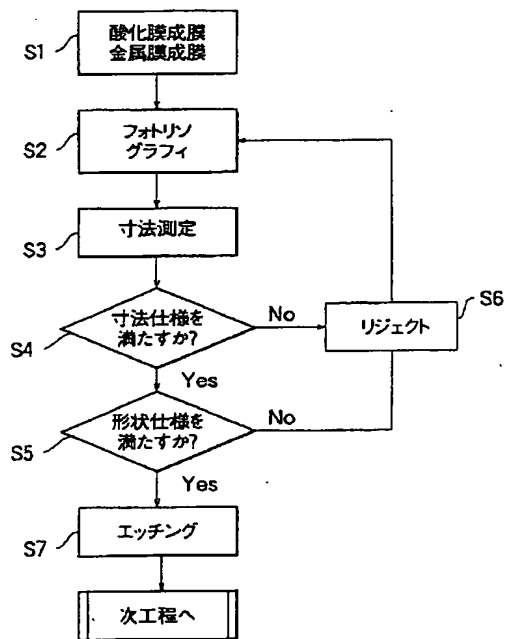
【図3】



【図2】



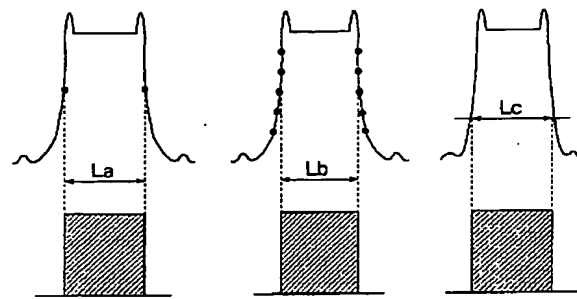
【図4】



【図6】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**